

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of

Dong-ryeol PARK et al.

Group Art Unit: Unassigned

Application No.: New U.S. Patent Application

Examiner: Unassigned

Filing Date: January 9, 2004

Confirmation No.: Unassigned

Title: MOBILE ROBOT, AND SYSTEM AND METHOD FOR AUTONOMOUS NAVIGATION OF THE SAME

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following priority foreign application(s) in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

Country: Korea

Patent Application No(s): 10-2003-0001828

Filed: January 11, 2003

In support of this claim, enclosed is a certified copy(ies) of said foreign application(s). Said prior foreign application(s) is referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy(ies) is requested.

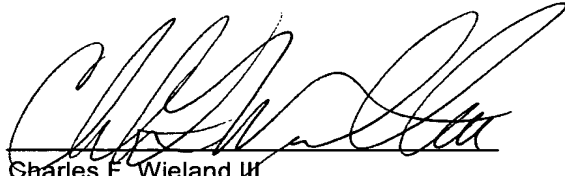
Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

P.O. Box 1404
Alexandria, Virginia 22313-1404
(703) 836-6620

Date: January 9, 2004

By



Charles F. Wieland III

Registration No. 33,096

(Translation)

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

Application Number: 10-2003-0001828

Date of Application: January 11, 2003

Applicant(s): Samsung Electronics Co., Ltd.

Dated this 8th day of October, 2003

Commissioner (Seal)



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0001828
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 01월 11일
Date of Application JAN 11, 2003

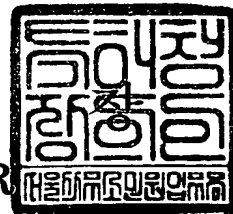
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 10 월 08 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.01.11
【발명의 명칭】	이동로봇 및 그에 따른 자율주행 시스템 및 방법
【발명의 영문명칭】	MOBILE ROBOT AND AUTONOMIC TRAVELING SYSTEM AND METHOD THEREOF
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	김동진
【대리인코드】	9-1999-000041-4
【포괄위임등록번호】	2002-007585-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박동렬
【성명의 영문표기】	PARK, Dong Ryeol
【주민등록번호】	740509-1771717
【우편번호】	449-900
【주소】	경기도 용인시 기흥읍 삼성종합기술원 기숙사 A-402
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	방석원
【성명의 영문표기】	BANG, Seok Won
【주민등록번호】	640419-1683654
【우편번호】	135-230
【주소】	서울특별시 강남구 일원동 718 샘터마을 105동 1008호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 김동진 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20	면	29,000	원
---------	----	---	--------	---

【가산출원료】	11	면	11,000	원
---------	----	---	--------	---

【우선권주장료】	0	건	0	원
----------	---	---	---	---

【심사청구료】	19	항	717,000	원
---------	----	---	---------	---

【합계】	757,000	원		
------	---------	---	--	--

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 이동로봇 및 그에 따른 자율주행 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 이동로봇에서 작업공간에 설치된 랜드마크를 점멸 제어하는 동작을 통해 자기 위치를 파악하여 목적지로 정확하게 이동할 수 있도록 하는 것을 주 목적으로 하며, 주 목적을 달성하기 위해 작업공간에 설치된 랜드마크의 광원을 선택적으로 점멸 제어하기 위한 광원 제어신호를 송출하는 통신 모듈, 광원 제어신호에 따라 점멸 제어되는 광원을 카메라로 촬영되는 외부 영상신호로부터 검출하여 광원의 카메라 좌표값을 판독하는 영상처리 모듈, 판독된 카메라 좌표값과 광원에 관해 미리 저장된 위치 정보를 이용해 이동로봇의 위치 좌표를 산출하는 위치산출 모듈, 산출된 이동로봇의 위치 좌표를 미리 저장된 작업공간의 공간 좌표에 대응시켜 목적지까지의 이동 경로를 설정하여 구동시키는 모션제어 모듈, 및 모듈간의 동작 제어 및 이동로봇의 전반적인 동작 제어를 수행하는 주 제어 모듈을 포함하여 구성되는 이동로봇을 이용한 자율주행 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

【대표도】

도 1

【색인어】

자율주행, 이동로봇, 랜드마크

【명세서】

【발명의 명칭】

이동로봇 및 그에 따른 자율주행 시스템 및 방법{MOBILE ROBOT AND AUTONOMIC TRAVELING SYSTEM AND METHOD THEREOF}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 이동로봇 자율주행 시스템에 대한 구성을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 이동로봇 자율주행 방법에 대한 동작 처리 과정을 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따라 이동로봇의 작업공간에 설치되는 랜드마크를 나타낸 것이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따라 임의의 장소에 옮겨진 이동로봇을 나타낸 것이다.

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 초기 위치 판별과정에 대한 동작 처리 과정을 나타낸 것이다.

도 6은 본 발명이 일 실시 예에 따른 위치 측정 과정에 대한 동작 처리 과정을 나타낸 것이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

100 : 랜드마크(Land mark)

300 : 랜드마크 제어 모듈

301 : AP(Access Point)

302 : 광원 제어부

500 : 이동 로봇

501 : 주 제어 모듈

502 : 통신 모듈

503 : 영상처리 모듈

504 : 위치산출 모듈

505 : 모션제어 모듈

506 : 메모리 모듈

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <15> 본 발명은 이동로봇 및 그에 따른 자율주행 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 특히 자율 주행용 이동로봇에서 작업 공간에 설치되는 랜드마크의 광원들을 점멸 제어하고 점멸 제어되는 광원을 통해 자기 위치를 파악하여 자율 주행하는 것이 가능하도록 하는 이동로봇 및 그에 따른 자율주행 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.
- <16> 일반적으로, 자율 주행용 이동로봇은 일정 공간을 자유롭게 이동하기 위하여 현재의 자기 위치를 정확히 인식한 후 현재 위치로부터 목표 위치로 오차없이 이동할 수 있어야 한다.
- <17> 이를 위해 이동로봇으로 하여금 현재 자기의 위치를 인식할 수 있도록 하는 위치 정보 제공수단으로 소정의 랜드마크(Landmark)가 사용되는데, 이동로봇에서는 일정한 작업 공간에 설치되는 랜드마크를 카메라로 촬영되는 외부 영상에 대한 영상신호 처리과정을 통해 인식하여 인식된 랜드마크로 현재 자기의 위치를 파악할 수 있는 위치 정보를 얻는다.
- <18> 이러한 랜드마크는 여러 가지 형태로 설계되어질 수 있는데, 통상 원, 체인(chain)과 같은 기하학적인 특정 패턴(pattern)이 사용되고 있다.

- <19> 따라서, 이동로봇은 랜드마크의 특정 패턴을 작업 공간에 대한 외부 영상 신호로부터 추출하게 되는데, 이 때 외부 영상 신호로부터 랜드마크의 패턴을 추출하기 위해서는 카메라를 통해 촬영하는 작업공간의 조명 상태와 같은 외부적인 환경 요소에 의한 영향을 많이 받게 된다.
- <20> 즉, 조명 또는 조도에 의한 밝고 어두움, 조형물이나 벽지 등의 모양 등에 의해 카메라로 촬영되는 외부 영상 가운데 랜드마크의 패턴을 인식하는데 영향을 많이 받으며, 이에 따라 랜드마크의 패턴을 인식하기 위한 연산과정이 더욱 복잡해지는 문제점이 있었다.
- <21> 또한, 복잡한 연산 과정으로 인해 이동로봇에서 랜드마크를 통해 자기 위치를 인식하는데 많은 처리 시간을 소요하기 때문에 이동로봇의 자율 주행이 실시간적으로 이루어지기 어려운 문제점이 있었다.
- <22> 게다가, 근래 주거 환경의 변화에 따라 널리 개발 및 구현되고 있는 홈 네트워크 환경에서 이동로봇을 이용해 모든 가정 기기를 제어할 수 있도록 하는데 있어서, 가정의 내부 공간에 랜드마크의 특정 패턴을 설치하는 것이 외관상으로 문제가 되기 때문에 홈 네트워크 환경에 부적합한 문제점이 있었다.
- <23> 따라서, 홈 네트워크 환경에 적용 가능하며 조명 등의 외부환경 변화에 영향을 덜 받아 실생활에서 사용되기에 적합한 랜드마크를 통해 자율주행이 가능한 이동로봇 및 이동로봇 자율주행 시스템이 요구되고 있는 실정이다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <24> 본 발명은 작업공간에 설치된 랜드마크를 점멸 제어하여 자기 위치를 파악하고 자율 이동하는 이동로봇을 제공하는 것을 목적으로 한다.

<25> 또한, 본 발명의 다른 목적은 이동로봇에서 미리 저장된 랜드마크의 광원들에 대한 위치 정보를 참조하여 위치 산출에 유리한 특정 광원만을 선택해 효율적으로 자기 위치를 산출할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

<26> 본 발명의 또 다른 목적은 일정한 파장을 갖는 다수의 광원을 랜드마크로 사용함으로써 홈 네트워크 환경에 적합한 이동로봇의 자율 주행을 위한 위치정보 제공수단을 제공하는 것을 목적으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

<27> 이하, 본 발명에 따른 이동로봇 및 그에 따른 자율주행 시스템 및 그 방법을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

<28> 본 발명에 따른 이동로봇은 작업공간에 설치된 랜드마크의 광원을 선택적으로 점멸 제어하기 위한 광원 제어신호를 송출하는 통신 모듈, 광원 제어신호에 따라 점멸 제어되는 광원을 카메라로 촬영되는 외부 영상신호로부터 검출하여 광원의 카메라 좌표값을 판독하는 영상처리 모듈, 판독된 카메라 좌표값과 광원에 관해 미리 저장된 위치 정보를 이용해 이동로봇의 위치 좌표를 산출하는 위치산출 모듈, 산출된 이동로봇의 위치 좌표를 미리 저장된 작업공간의 공간 좌표에 대응시켜 목적지까지의 이동경로를 설정하여 구동시키는 모션제어 모듈, 및 모듈간의 동작 제어 및 이동로봇의 전반적인 동작 제어를 수행하는 주 제어 모듈을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

<29> 또한, 랜드마크의 광원들에 대한 위치정보 및 이동로봇의 작업 공간에 대한 공간 좌표와 카메라 보정(Camera calibration)을 통해 산출된 카메라 렌즈의 왜곡을 보상하기 위한 매개 변

수(parameter)를 저장하는 메모리 모듈을 더 포함하고, 카메라는 광원의 특정 파장을 필터링하는 필터가 구비되는 것을 특징으로 한다.

- <30> 본 발명에 따른 이동로봇 자율주행 시스템은 이동로봇 자율주행 시스템에 있어서,
- <31> 일정 공간에 설치되는 점멸 가능한 다수의 광원으로 구성되는 랜드마크, 랜드마크의 광원을 점멸 제어하는 랜드마크 제어 모듈, 및 랜드마크 제어 모듈로 광원 제어신호를 송출하여 상기 랜드마크의 광원을 선택적으로 점멸 제어하며 점멸되는 광원을 통해 자기의 위치를 인식하여 자율 주행이 가능하도록 하는 위치산출 모듈이 구비된 이동로봇을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <32> 본 발명에 따른 이동로봇 자율주행 방법은 이동 로봇에서 일정한 작업 공간에 설치된 랜드마크의 광원들을 선택적으로 점멸 제어하는 제 1단계; 점멸 제어되는 광원을 카메라로 촬영되는 외부 영상신호로부터 검출하여 광원의 카메라 좌표값을 판독하는 제 2 단계; 및 판독된 광원의 카메라 좌표값과 미리 저장된 상기 광원의 위치정보를 참조하여 현재 자기의 위치를 산출하는 제 3 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <33> 이하, 본 발명에 따른 이동로봇 및 그에 따른 자율주행 시스템의 구성과 동작에 대하여 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다.
- <34> 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 이동로봇은 및 그에 따른 자율주행 시스템은 크게 랜드마크(100), 랜드마크 제어모듈(300), 이동 로봇(500)로 구성된다.
- <35> 랜드마크(100)는 일정 공간에 설치되는 점멸 가능한 다수의 광원으로 구성되는 것으로, 광원은 특정 파장 및 밝기를 발산하는 전계 발광소자(일 예로, EL, 유기 EL, 무기 EL) 또는 발광 다이오드(LED)와 같은 발광소자가 사용된다.

- <36> 또한, 광원은 각각 고유의 인식번호와 설치된 작업 공간에서의 위치 좌표 값으로 이루어지는 위치 정보가 설정된다.
- <37> 랜드마크 제어 모듈(300)은 이동로봇(500)으로부터 송출되는 점멸 제어신호에 따라 해당되는 랜드마크(100)의 광원을 점멸 제어하는 것으로, 이동 로봇(500)으로부터 송출되는 광원 제어신호를 수신하여 처리하는 무선랜(wireless local area network)을 구성하는 장치 중 하나인 액세스 포인트(Access Point:AP)(301)와, 액세스 포인트(301)로부터 입력되는 광원 제어신호에 따라 해당되는 광원을 점멸 동작시키는 광원 제어부(302)로 구성된다.
- <38> 이동로봇(500)은 랜드마크 제어 모듈(300)로 광원 제어신호를 송출하여 랜드마크(100)의 광원을 선택적으로 점멸 제어하며 점멸되는 광원을 통해 자기의 위치를 인식하여 자율 주행이 가능하도록 하는 위치 산출 모듈(504)을 포함하여 구성되는 것으로, 주 제어 모듈(501), 통신 모듈(502), 영상처리 모듈(503), 모션제어 모듈(505), 메모리 모듈(506)을 더 포함한다.
- <39> 주 제어 모듈(501)은 이동 로봇(500)의 자율 주행을 위한 동작 운용 알고리즘에 따라 위치 파악 및 이동을 위한 전반적인 동작을 제어하는 것으로, 각 모듈간의 동작 제어를 수행한다.
- <40> 통신 모듈(502)은 주 제어 모듈(501)의 동작 제어에 따라 랜드마크(100)의 광원을 점멸 제어하기 위한 광원 제어신호를 송출하는 것으로, 메모리 모듈(506)에 미리 저장된 랜드마크(100)의 광원들에 대한 위치정보를 참조하여 특정 광원에 대한 점멸을 제어하는 광원 제어신호를 송출한다.

- <41> 액세스 포인트(301)와 통신 모듈(503)간에 광원 제어 신호를 송/수신하는 무선통신은 높은 대역폭의 주파수를 새로이 할당받아 할당된 주파수 신호를 통해 데이터를 송/수신하는 것으로 이루어진다.
- <42> 또한, 적외선(infrared or infrared radiation: IR)을 이용하는 적외선 데이터 통신(Infrared Data Association: IrDA) 또는 근거리 무선통신 기술인 블루투스(Bluetooth) 등과 같은 무선통신 규약을 통해서도 이루어질 수 있다.
- <43> 영상처리 모듈(505)은 통신 모듈(503)을 통해 점멸 제어하는 특정 광원의 특징점을 카메라로 입력되는 외부 영상 신호로부터 검출하기 위한 신호 처리를 하는 것으로, 입력되는 외부 영상신호를 광원의 파장으로 필터링하는 필터가 구비된 카메라(미도시)와, 카메라를 통해 필터링된 외부 영상 신호에서 광원의 파장에 해당되는 특징점을 검출하고 검출된 특징점의 좌표값(이하, 카메라 좌표값이라 칭함)을 판독하는 신호 처리부(미도시)로 구성된다.
- <44> 신호 처리부에서 광원의 파장에 해당되는 특징점을 검출하고 카메라 좌표값을 판독하는 방법은 이진화(Thresholding)와 Grouping & labeling(4-connectivity) (Digital image processing ; Rafael C. Gonzales, Richard E. Wodds, Addison Wesley)기술을 통해 이루어지는 것으로, 광원의 파장으로 필터링된 외부 영상 신호를 이진화시킨 후 Gray level이 255인 특정 값 이상의 값(일 예로, 50)을 갖는 픽셀이 연결되는 부분을 광원의 영역으로 추출하고 추출된 영역에서 잡음 성분을 제거해 광원을 감지하며 center of gravity를 통해 카메라 좌표값을 판독한다.
- <45> 위치산출 모듈(504)은 영상처리 모듈(503)을 통해 얻어지는 특정 광원에 대한 카메라 좌표값 및 메모리 모듈(506)로부터 검출되는 특정 광원에 해당되는 위치정보를 참조하여 이동로봇(500)의 정확한 위치 좌표를 산출하는 것으로, 소정의 위치산출 알고리즘에 카메라 좌표값

및 위치정보를 적용하여 이동로봇(500)의 이동(Translation) 및 각도(Rotation) 값을 산출한다.

- <46> 위치산출 알고리즘은 월드 좌표계(World Coordinate System)와 카메라 좌표계(Camera Coordinate System)를 이용해 카메라의 이동 및 각도를 얻기 위한 확장형 모델을 만들고, 이를 카메라 렌즈에 의한 왜곡을 보상하는 변환 공식에 적용해 카메라 이동 및 각도를 산출하기 위한 소정의 변환 공식으로 만드는 것이다.
- <47> 위치산출 모듈(504)에서는 이러한 위치산출 알고리즘을 통해 만들어진 소정의 변환 공식에 카메라로 감지되는 특정 광원의 카메라 좌표값 및 위치정보를 대입함으로써 카메라(즉, 이동로봇)가 광원으로부터 이격된 거리에 해당되는 이동과 특정 광원을 기준으로 하는 '거리 각'을 산출하여 이동로봇(500)의 현재 위치를 결정하는 것이다.
- <48> 모션제어 모듈(505)은 자율 주행하도록 구비되는 좌·우륜 모터를 구동시키는 구동수단을 통해 이동로봇(500)의 이동을 제어하는 것으로, 위치산출 모듈(504)로부터 출력되는 이동로봇(500)의 이동 및 각도 값을 메모리 모듈(506)에 미리 저장된 작업 공간의 공간 좌표정보에 대응시켜 현재의 위치 좌표를 통해 목적지로 이동하기 위한 이동 경로를 결정하고 결정된 경로에 따라 이동로봇(500)을 이동시킨다.
- <49> 메모리 모듈(506)은 이동 로봇(500)의 자율 주행을 위한 동작 운용 알고리즘 및 이를 위한 정보를 저장하는 것으로, 카메라 보정(Camera calibration)을 통해 산출된 카메라 렌즈의 왜곡을 보상하기 위한 매개 변수(parameter), 랜드마크(100)의 광원들에 대한 위치 정보, 이동로봇(500)이 자율 주행하는 작업 공간의 공간 좌표정보를 저장한다.

- <50> 이와 같은 본 발명에 따른 이동 로봇 자율주행 시스템을 이용하여 이동로봇이 자율 주행하는 방법을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- <51> 도 2에 도시된 바와 같이, 이동 로봇(500)의 주 제어 모듈(501)에서 작업 공간에 설치된 랜드마크(100)의 광원들 가운데 특정 광원을 턴 온 시키기 위한 광원 제어신호(turn on signal)를 송출한다(S1).
- <52> 랜드마크 제어 모듈(300)의 액세스 포인트(301)를 통해 이동로봇(500)으로부터 송출된 광원 제어신호가 수신됨에 따라 해당되는 광원이 광원 제어부(302)에 의해 켜지고, 이동로봇(500)의 영상처리 모듈(503)에서는 카메라로 촬영되는 외부 영상 신호를 통해 광원의 특징점을 검출하여 광원 제어신호에 따라 점멸 제어되는 광원이 감지되는지 여부를 판별한다(S2).
- <53> 판별결과 광원이 감지되지 않으면 메모리 모듈(506)에 미리 저장된 랜드마크(100)의 광원들에 대한 위치정보를 참조하여 인접된 다른 광원을 선택하여 광원 제어신호를 송출하고 카메라를 통해 감지되는지 여부를 판별하는 과정을 통해 카메라로 감지되는 광원을 검색한다(S3).
- <54> 판별결과 광원이 감지되면 영상처리 모듈(503)을 통해 얻어지는 카메라로 감지된 광원에 대한 카메라 좌표값 및 메모리 모듈(506)로부터 검출되는 감지된 광원에 해당되는 위치정보를 이용하여 이동로봇(500)의 현재 위치를 결정한다(S4).
- <55> 이러한 과정을 통해 결정되는 이동로봇(500)의 현재 위치 정보를 통해 이동로봇(500)의 주 제어 모듈(501)에서는 목적지로 이동하기 위한 이동로봇(500)의 이동 경로를 결정하고, 모션 제어 모듈(505)을 통해 결정된 이동 경로로 이동로봇(500)을 구동시킨다.

- <56> 이와 같이 이루어지는 본 발명에 따른 자율주행 방법을 첨부된 도면을 참조하여 일 실시예로 상세히 설명한다.
- <57> 만일, 홈 오토메이션 시스템이 구축된 주택을 이동로봇의 작업 공간으로 설정한다면, 도 3에 도시한 바와 같이 주택 곳곳에 랜드마크(100)의 광원들을 설치하고 설치된 랜드마크(100)의 광원들은 홈 오토메이션 시스템의 서버에 구비되는 랜드마크 제어 모듈(300)을 통해 점멸 제어되도록 한다.
- <58> 이러한 이동로봇(500)의 작업 공간에서, 도 4에 도시한 바와 같이 이동로봇(501)이 임의의 장소에 옮겨진 상태에서 전원이 켜지면, 이동로봇(501)은 초기화 과정을 통해 개략적인 자신의 현재 위치를 판단하고, 위치 측정(Localization)과정을 통해 보다 정확한 위치를 산출한다.
- <59> 먼저, 초기화 과정은 전원이 인가됨에 따라 이동로봇에서 자신의 초기 위치를 결정하는 것으로, 도 5에 도시한 바와 같은 동작 처리과정으로 이루어진다.
- <60> 이동 로봇(500)에 전원이 인가되면(Power On)(S11), 이동 로봇(500)의 주 제어 모듈(501)에서는 메모리 모듈(506)에 저장된 랜드마크(100)의 광원들에 대한 위치 정보를 참조하여 특정 광원을 기준으로 랜드마크(100)의 광원들을 순차적으로 점멸 제어한다(S12).
- <61> 이러한 순차적인 광원 점멸 제어 과정에서 이동 로봇(500)의 주 제어 모듈(501)은 영상 처리 모듈(503)을 통해 카메라로 입력되는 외부 영상 신호로부터 광원의 특정점이 검출하여 점멸 제어되는 광원이 카메라를 통해 감지되는지 여부를 판별한다(S13).
- <62> 판별결과 광원이 감지되지 않으면 카메라를 회전 이동시켜 방향을 전환시킨 후 랜드마크(100)의 광원들을 순차적으로 점멸 제어하고 카메라로 입력되는 외부 영상을 통해 광

원을 감지하는 과정을 설정된 임의의 횟수동안(Max_Num) 반복적으로 시도하여(S14), 설정된 임의의 횟수 이상 반복된 후에도 광원이 감지되지 않으면 광원감지 오류 신호를 발생시켜 오류 처리한다(S15).

- <63> 판별결과 광원이 감지되면 감지된 광원에 대한 인식번호를 통해 메모리 모듈(506)에 저장된 광원의 위치정보를 검출하고, 검출된 광원의 위치정보를 통해 이동 로봇(500)의 현재 위치를 개략적으로 파악한다.
- <64> 일 예로, 랜드마크(100)의 광원들에 대한 점멸 동작 과정에서 카메라로 감지된 광원의 인식번호를 통해 확인되는 광원의 위치 정보가 거실의 위치 좌표인 경우, 이동로봇(500)의 주 제어 모듈(501)에서는 이동로봇(500)이 현재 거실에 위치하고 있음을 개략적으로 파악할 수 있게 된다.
- <65> 이와 같은 과정을 통해 이동 로봇(500)의 초기화 과정이 완료되면 이동로봇(500)의 주 제어 모듈(501)에서는 초기화 과정을 통해 얻어지는 개략적인 위치 정보를 참조하여 정확한 위치를 산출하기 위한 위치측정 과정을 실행한다.
- <66> 위치측정 과정은 도 6에 도시된 바와 같이 이루어지게 되는데, 먼저, 이동로봇(500)의 주 제어 모듈(501)에서는 이동 로봇(500)의 정확한 위치 산출을 위해 요구되는 광원의 개수를 임의의 수(N)로 설정한다.
- <67> 이와 같이 위치 산출을 위한 광원의 개수(N)를 설정하면, 초기화 과정에서 감지된 광원과 인접한 영역에 위치하는 광원들 가운데 위치 산출에 적합한 N개의 광원을 선택하고(S21), 선택된 N개의 광원에 대한 턴 온 신호를 송출한다(S22).

- <68> 일 예로, 위치 산출을 위해 요구되는 광원의 개수를 5개로 정한 경우, 초기 위치 판별 과정에서 감지된 광원이 거실의 5번째 광원이면, 좌·우 2개씩의 광원을 더 켜거나, 좌 또는 우 방향의 광원을 4개 선택하여 위치 산출을 위해 설정된 개수의 광원을 켜다.
- <69> 랜드마크 제어 모듈(300)에서는 송출된 턴 온 신호에 따라 해당되는 광원을 켜고, 이동 로봇(500)의 주 제어 모듈(501)은 영상처리 모듈(503)을 통해 카메라로 입력되는 외부 영상 신호로부터 광원의 특징점을 검출하여 위치 산출을 위해 켜 N개의 광원이 감지되는지 여부를 판별한다(S23).
- <70> 판별결과 N개의 광원이 감지되지 않으면 카메라를 통해 감지되는 광원의 수가 위치 산출을 위해 요구되는 최소 광원 수인 두 개 이상인지 여부를 판별하여(S24), 감지된 광원이 두 개 미만이면 다른 광원을 선택하여 점멸 제어함으로써 카메라로 감지되는 광원을 검색하고, 두 개 이상의 광원이 감지되면 위치 산출을 위해 켜 광원들에 대한 점멸 제어 동작을 통해 카메라를 통해 감지되는 광원의 인식번호를 확인한다.
- <71> 이러한 과정을 통해 판별결과 감지된 N개의 광원 및 2개 이상의 광원에 대한 카메라 좌표값을 카메라로 촬영되는 외부영상 신호로부터 판독하고, 확인된 인식번호를 이용하여 메모리 모듈(506)로부터 각 광원에 해당되는 위치정보를 검출한다(S26).
- <72> 위치산출 모듈(504)에서는 검출된 각 광원의 카메라 좌표값과 위치정보를 위치산출 알고리즘을 통해 얻어지는 변환공식에 대입하여 이동로봇(500)의 이동 및 각도 값을 산출한다.
- <73> 이동로봇(500)의 주 제어 모듈(501)에서는 이러한 과정을 통해 산출되는 이동로봇(500)의 이동 및 각도 값을 메모리 모듈(506)에 미리 저장된 이동로봇(500)의 작업 공간에 대한 공

간좌표 정보에 적용시켜 목적지로 이동하기 위한 이동경로를 결정하고, 모션제어 모듈(505)을 통해 이동로봇(500)을 이동시킨다.

<74> 만일, 이동로봇(500)의 위치 산출을 위해 요구되는 광원의 개수를 두 개로 설정하고, 이동로봇(500)의 영상처리 모듈(503)에서 카메라로 입력되는 외부 영상 신호를 통해 검출한 광원의 카메라 좌표값이 각각 $(u_1, v_1), (u_2, v_2)$ 이고, 이러한 광원의 위치정보에 따른 고유좌표가 $(X_{w1}, Y_{w1}, Z_{w1}), (X_{w2}, Y_{w2}, Z_{w2})$ 이라면, 이동로봇의 이동(Translation) 및 회전(Rotation)은 다음과 같이 구해진다.

<75> 우선, 월드 좌표계와 카메라 좌표계를 이용하여 이동과 회전을 구하기 위한 변위 행렬을 만들면, 이동로봇의 카메라는 일정한 높이에서 이동하기 때문에 z축에 대한 이동이 0이므로, 다음과 같은 변위 행렬이 얻어진다.

$$t = \begin{bmatrix} tx \\ ty \\ tz \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} tx \\ ty \\ 0 \end{bmatrix} \quad R = \begin{bmatrix} r11 & r12 & r13 \\ r21 & r22 & r23 \\ r31 & r32 & r33 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(t:이동, R: 회전)

<77> 이와 같이, 이동과 회전에 대한 변위 행렬식이 얻어지면, 카메라 렌즈에 의한 왜곡을 보정하기 위해 렌즈 왜곡 변환 공식(Translation Lens Distortion)에 이를 적용하는데, 렌즈 왜곡 변환 공식은 다음과 같다(Three-dimensional computer vision - A geometric Viewpoint(Oliver Faugeras,1993)).

<78>

$$-\frac{f}{Z_w} = \frac{u}{X_w} = \frac{v}{Y_w} \Rightarrow \begin{matrix} u = -f \frac{X_w}{Z_w} \\ v = -f \frac{Y_w}{Z_w} \end{matrix} \xrightarrow{\text{Translation Lens Disto.}} \begin{matrix} u = fx \frac{X_w}{Z_w} + u_0 \\ v = fy \frac{Y_w}{Z_w} + v_0 \end{matrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} fx & 0 & u_0 \\ 0 & fy & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} \Rightarrow m^T = AP$$

<79>

이러한 렌즈 왜곡 변환에 회전과 이동에 대한 변위 행렬식을 추가하는데, 회전과 이동 행렬을 합하여 확장형 모델로 만들어 적용하면 다음과 같다.

<80>

$$m = A[R|t]P \Rightarrow \begin{bmatrix} u_i \\ v_i \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} fx & 0 & u_0 \\ 0 & fy & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 & tx \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 & ty \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{wi} \\ Y_{wi} \\ Z_{wi} \\ 1 \end{bmatrix}$$

<81>

이러한 행렬식에서 fx, fy, u_0, v_0 는 카메라 측정(camera calibration)을 통하여 카메라 특성에 따라 결정되는 파라미터 값이며, u_i, v_i 는 감지된 광원의 특징점에 대해 입력된 외부 영상 신호로부터 얻어지는 카메라 좌표값이고, X_{wi}, Y_{wi}, Z_{wi} 는 감지된 광원의 위치정보에 해당하는 좌표값이다.

<82>

이와 같은 행렬식을 각각 u_i, v_i 에 대한 공식으로 열거하면 아래의 수학식 1과 같다.

<83>

$$\begin{aligned} u_i &= fx X_{wi} \cos \theta + fx Y_{wi} \sin \theta + u_0 Z_{wi} + fx tx \\ \text{[수학식 1]} \quad v_i &= -fx X_{wi} \sin \theta + fy Y_{wi} \cos \theta + v_0 Z_{wi} + fy ty \end{aligned}$$

<84>

그러므로, 카메라를 통해 감지된 광원의 좌표정보 $(u_1, v_1), (u_2, v_2)$ 및

$(X_{w1}, Y_{w1}, Z_{w1}), (X_{w2}, Y_{w2}, Z_{w2})$ 를 참조하여 감지된 광원의 카메라 이동 로봇의 이동(tx, ty)

및 회전(θ)을 구하면 다음과 같다.

<85>

$$tx = \frac{u_1 - fxX_{w1}\cos\theta - fxY_{w1}\sin\theta - u_0Z_{w1}}{fx}$$

$$ty = \frac{v_1 + fyX_{w1}\sin\theta - fyY_{w1}\cos\theta - v_0Z_{w1}}{fy}$$

$$\cos\theta = \frac{u_2 - fx(Y_{w2} - Y_{w1})\sin\theta - u_0(Z_{w2} - Z_{w1})}{fx(X_{w2} - X_{w1})}$$

$$\sin\theta = \frac{fy u_2 (Y_{w2} - Y_{w1}) - u_0 fy \frac{(X_{w2} - X_{w1})(Y_{w2} - Y_{w1})}{(Z_{w2} - Z_{w1})} + v_0 (Z_{w2} - Z_{w1})(X_{w2} - X_{w1})}{fx(X_{w2} - X_{w1})^2 + (Y_{w2} - Y_{w1})^2}$$

<86>

이와 같은 과정을 통해, 위치산출 모듈에서는 현재 이동로봇의 위치를 산출하고, 산출된 이동 및 회전 값을 이동로봇의 작업공간에 대한 공간 좌표에 적용하여 정확한 현재 위치를 파악한다.

<87>

만일, n개의 광원을 통해 이동로봇의 위치를 산출한다면, 수학식 1에서 u_i, v_i 를 다음과 같은 행렬식으로 변환한다.

<88>

$$\begin{bmatrix} u_i \\ v_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} fxX_{wi} & fxY_{wi} & fx & 0 \\ fyY_{wi} & -fyX_{wi} & 0 & fy \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\theta \\ \sin\theta \\ tx \\ ty \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_0Z_{wi} \\ v_0Z_{wi} \end{bmatrix}$$

- <89> 이와 같이 변환된 수학적 식 1에 n개의 광원에 대한 각각의 카메라 좌표값 및 위치정보 좌표값을 적용하면 다음과 같다.
- <90> 이와 같은 과정을 통해 이동로봇(500)의 정확한 위치를 산출하고, 이동로봇(500)의 주 제어 모듈(501)에서는 산출된 이동 및 각도 값을 미리 저장된 이동로봇(500) 작업공간 좌표에 적용시켜 이동로봇(500)의 정확한 현재 위치를 파악한다.
- <91> 그리고, 이러한 위치 정보를 이용하여 이동로봇(500)을 목적지로 이동시키기 위한 이동 경로를 결정하고, 모션제어 모듈(505)을 통해 이동 시킨다.
- <92> 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.
- <93> 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

【발명의 효과】

- <94> 본 발명에 따르면, 이동로봇에서는 작업공간에 설치된 랜드마크의 광원들을 점멸 제어하여 자기 위치를 파악함으로써 목적지로 정확하게 이동할 수 있다.
- <95> 또한, 이동로봇에서 미리 저장된 랜드마크의 광원들에 대한 위치정보를 참조하여 랜드마크의 광원에서 위치 산출에 유리한 특정 광원만을 선택해 자기 위치를 효율적으로 산출할 수 있다.

<96> 그리고, 일정한 파장을 갖는 다수의 광원을 랜드마크로 사용함으로써 외부 환경의 변화에 영향을 받지 않고 가정 환경에서도 이동로봇의 자율주행을 위한 위치정보 제공수단으로 사용할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

작업공간에 설치된 랜드마크의 광원을 선택적으로 점멸 제어하기 위한 광원 제어신호를 송출하는 통신 모듈,

상기 광원 제어신호에 따라 점멸 제어되는 광원을 카메라로 촬영되는 외부 영상신호로부터 검출하여 광원의 카메라 좌표값을 판독하는 영상처리 모듈,

상기 판독된 카메라 좌표값과 미리 저장된 광원들에 대한 위치 정보를 이용해 이동로봇의 위치 좌표를 산출하는 위치산출 모듈,

상기 산출된 이동로봇의 위치 좌표를 미리 저장된 작업공간의 공간 좌표에 대응시켜 목적지까지의 이동경로를 설정하여 구동시키는 모션제어 모듈, 및

상기 모듈간의 동작 제어 및 이동로봇의 전반적인 동작 제어를 수행하는 주 제어 모듈을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 이동로봇.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 광원들에 대한 위치정보 및 이동로봇의 작업 공간에 대한 공간 좌표와 카메라 보정(Camera calibration)을 통해 산출된 카메라 렌즈의 왜곡을 보상하기 위한 매개 변수(parameter)를 저장하는 메모리 모듈을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이동로봇.

【청구항 3】

제 1항에 있어서,

상기 위치산출 모듈은 소정의 위치산출 알고리즘에 상기 카메라 좌표값 및 위치정보를 적용하여 이동로봇의 위치에 해당되는 이동 및 각도 값을 산출하는 것을 특징으로 하는 이동로봇.

【청구항 4】

제 3항에 있어서,

상기 위치산출 알고리즘은 월드 좌표계와 카메라 좌표계를 이용해 카메라의 이동 및 각도를 얻기 위한 확장형 모델을 만들어 카메라 렌즈에 의한 왜곡을 보상하는 변환 공식에 적용한 소정의 변환 행렬 공식인 것을 특징으로 하는 이동로봇.

【청구항 5】

이동로봇 자율주행 시스템에 있어서,

일정 공간에 설치되는 점멸 가능한 다수의 광원으로 구성되는 랜드마크,

상기 랜드마크의 광원을 점멸 제어하는 랜드마크 제어 모듈, 및

상기 랜드마크 제어 모듈로 광원 제어신호를 송출하여 상기 랜드마크의 광원을 선택적으로 점멸 제어하며 점멸되는 광원을 통해 자기의 위치를 인식하여 자율 주행이 가능하도록 하는 위치산출 모듈이 구비된 이동로봇을 포함하는 것을 특징으로 하는 이동로봇 자율주행 시스템.

【청구항 6】

제 5항에 있어서,

상기 광원은 특정 파장 및 밝기를 발산하는 전계 발광소자 또는 발광 다이오드와 같은 발광소자인 것을 특징으로 하는 이동로봇 자율주행 시스템.

【청구항 7】

제 5항에 있어서,

상기 광원은 각각 고유의 인식번호와 설치된 작업 공간에서의 위치 좌표 값으로 이루어지는 위치 정보가 설정 되는 것을 특징으로 하는 이동로봇 자율주행 시스템.

【청구항 8】

제 5항에 있어서,

상기 랜드마크 제어 모듈은

상기 이동 로봇으로부터 송출되는 광원 제어신호를 수신하여 처리하는 액세스 포인트, 및

상기 액세스 포인트로부터 출력되는 광원 제어신호에 따라 해당되는 광원을 점멸 동작시키는 광원 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동로봇 자율주행 시스템.

【청구항 9】

제 5항에 있어서,

상기 위치산출 모듈은

상기 이동로봇에 구비되는 카메라를 통해 감지된 광원에 대한 카메라 좌표값 및 미리 저장된 위치정보를 소정의 위치산출 알고리즘에 적용하여 상기 이동로봇의 이동 및 각도 값을 산출하는 것을 특징으로 하는 이동로봇 자율주행 시스템.

【청구항 10】

제 5 항에 있어서,

상기 이동로봇은

상기 이동로봇의 자율주행을 위한 동작 운용 알고리즘에 따라 위치 파악 및 이동을 위한 전반적인 동작을 제어하는 주 제어 모듈,

상기 주 제어 모듈의 동작 제어에 따라 상기 랜드마크의 광원을 제어하기 위한 광원 제어신호를 송출하는 통신 모듈,

상기 통신 모듈을 통해 점멸 제어하는 특정 광원의 특징점을 카메라로 입력되는 외부 영상 신호로부터 검출하는 영상처리 모듈,

상기 주 제어 모듈의 제어 명령어에 따라 상기 이동 로봇을 동작 이동시키는 모션제어 모듈, 및

상기 이동로봇의 카메라 보정을 통해 산출된 카메라 렌즈의 왜곡을 보상하기 위한 매개 변수, 상기 랜드마크의 광원들에 대한 위치 정보 및 상기 이동 로봇이 자율 주행하는 작업 공간의 공간 좌표정보를 저장하는 메모리 모듈을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이동로봇 자율주행 시스템.

【청구항 11】

제 9항에 있어서,

상기 위치산출 알고리즘은

월드 좌표계와 카메라 좌표계를 이용해 카메라의 이동 및 각도를 얻기 위한 확장형 모델을 만들어 카메라 렌즈에 의한 왜곡을 보상하는 변환 공식에 적용한 소정의 변환 행렬 공식인 것을 특징으로 하는 이동로봇 자율주행 시스템.

【청구항 12】

제 8항 또는 10항에 있어서,

상기 통신 모듈과 액세스 포인트는 높은 대역폭의 주파수를 새로이 할당받아 할당된 주파수 신호를 통해 데이터를 송/수신하거나, 적외선을 이용하는 적외선 데이터 통신 또는 근거리 무선통신 기술인 블루투스 등과 같은 무선통신 규약에 따른 데이터 통신을 통해 광원 제어 신호를 송/수신하는 것을 특징으로 하는 이동로봇 자율주행 시스템

【청구항 13】

제 10항에 있어서,

상기 영상처리 모듈은

외부로부터 입력되는 영상 신호에서 상기 광원의 파장을 필터링하는 필터가 구비된 카메라, 및

상기 카메라로부터 출력되는 필터링된 영상 신호로부터 상기 광원의 파장을 검출하여 광원을 감지하는 신호 처리부를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동로봇 자율주행 시스템.

【청구항 14】

이동 로봇에서 일정한 작업 공간에 설치된 랜드마크의 광원들을 선택적으로 점멸 제어하는 제 1단계;

상기 점멸 제어되는 광원을 카메라로 촬영되는 외부 영상신호로부터 검출하여 광원의 카메라 좌표값을 판독하는 제 2 단계; 및

상기 판독된 광원의 카메라 좌표값과 미리 저장된 상기 광원의 위치정보를 참조하여 현재 자기의 위치를 산출하는 제 3 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동로봇 자율주행 방법.

【청구항 15】

제 14항에 있어서,

상기 산출된 자기 위치를 이용하여 상기 이동로봇의 모션제어 모듈에서 목적지까지의 이동 경로를 결정하고, 결정된 이동 경로에 따라 상기 이동로봇을 주행시키는 제 3단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이동로봇 자율주행 방법.

【청구항 16】

제 14항에 있어서,

상기 제 1 단계는

상기 이동로봇에서 랜드마크의 광원들 가운데 특정 광원의 점멸을 제어하기 위한 광원 제어신호를 랜드마크 제어 모듈로 송출하는 단계; 및

상기 광원 제어신호가 수신되면 상기 랜드마크 제어 모듈에서 해당되는 광원을 점멸 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동로봇 자율주행 방법.

【청구항 17】

제 14항에 있어서,

상기 제 2 단계는

상기 점멸 제어되는 광원을 감지하기 위해 상기 이동로봇의 카메라로 입력되는 외부 영상 신호로부터 상기 광원의 특징점을 검출하는 단계;

상기 광원의 특징점을 통해 상기 광원이 상기 카메라로 감지되는지 여부를 판별하는 단계;

상기 광원이 감지되지 않으면 상기 광원과 인접한 영역의 광원들을 순차적으로 점멸 제어하여 상기 카메라로 감지되는 광원을 검색하는 단계; 및

상기 광원이 감지되면 상기 외부 영상 신호로부터 상기 광원의 카메라 좌표값을 판독하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동로봇 자율주행 방법.

【청구항 18】

제 14항에 있어서,

상기 제 3 단계는

상기 감지된 광원에 해당되는 위치정보를 검출하는 단계;

상기 검출된 위치정보와 상기 카메라 좌표값을 참조하여 상기 이동로봇의 위치를 산출하는 단계; 및

상기 산출 결과 얻어지는 상기 이동로봇의 위치를 상기 이동로봇에 미리 저장된 상기 작업 공간의 공간 좌표 정보에 매칭시켜 자기 위치를 파악하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동로봇 자율주행 방법.

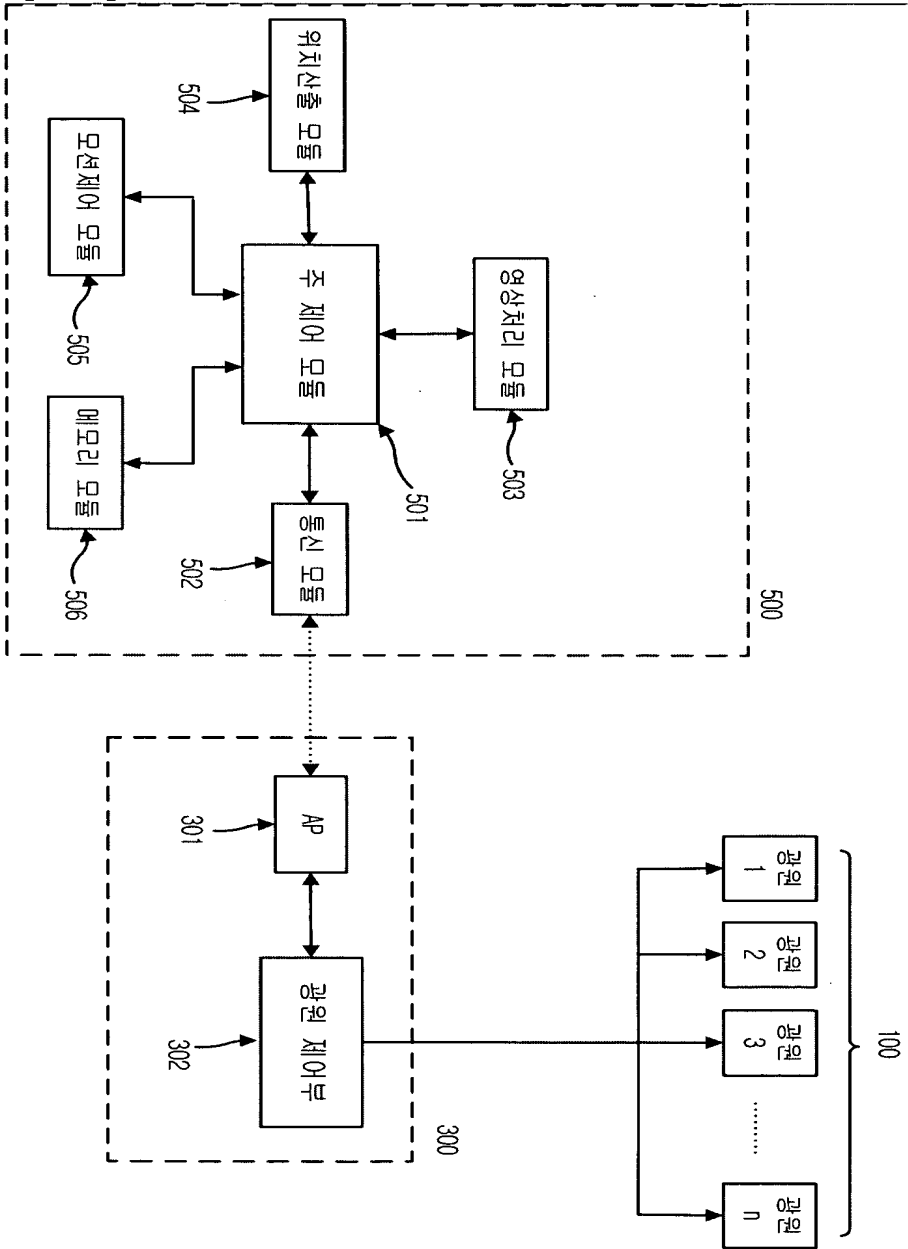
【청구항 19】

제 14항에 있어서,

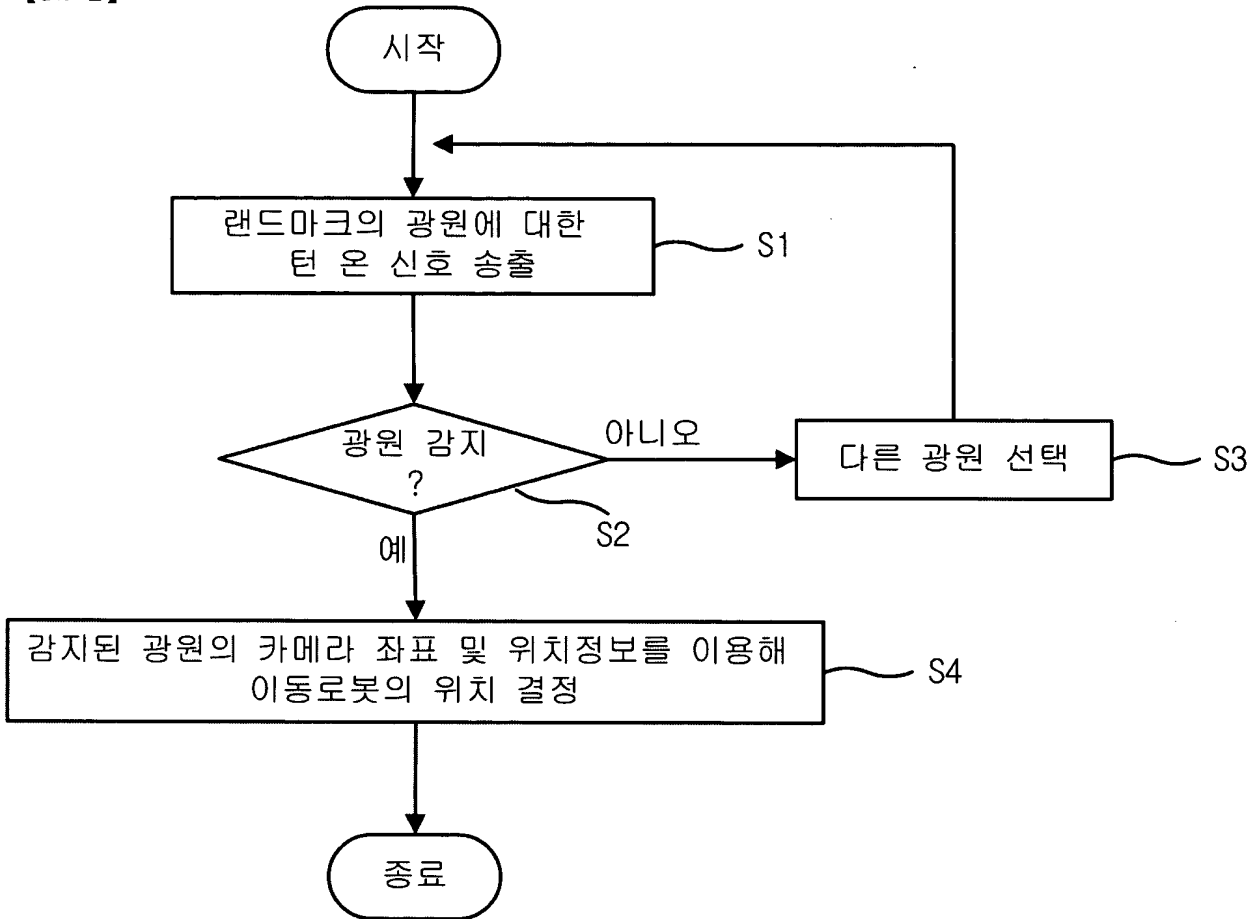
상기 이동 로봇은 정확한 위치 파악을 위해 상기 제 1단계 및 제 2 단계를 반복적으로 수행하여 2개 이상의 광원을 감지하는 것을 특징으로 하는 이동로봇 자율주행 방법.

【도면】

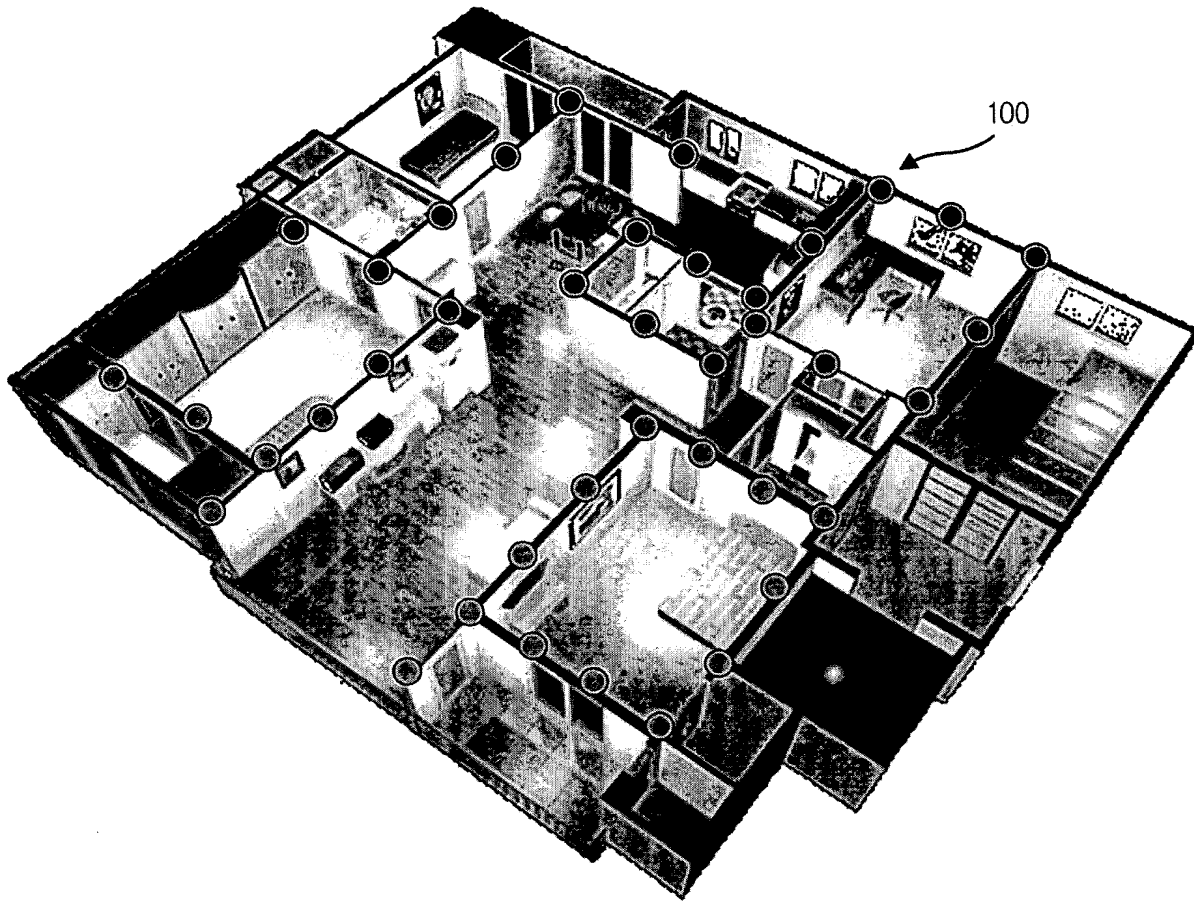
【도 1】



【도 2】

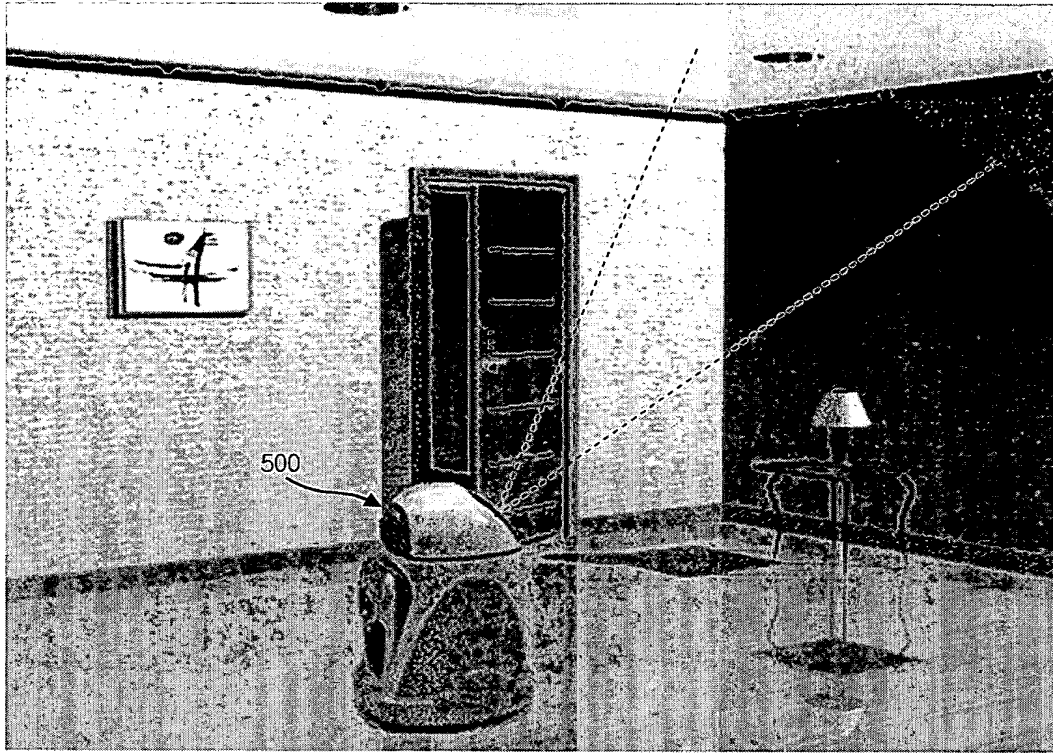


【도 3】

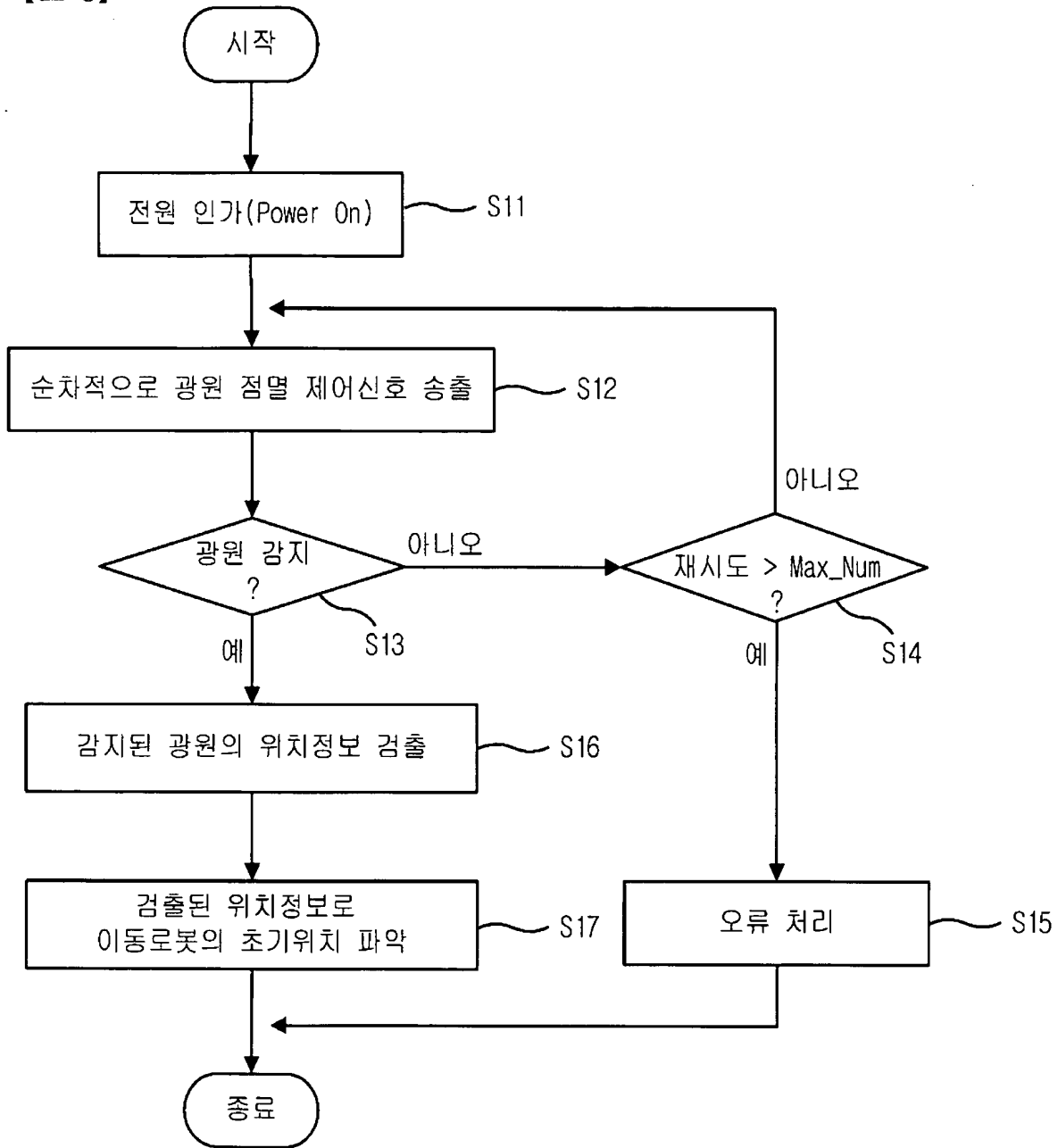




【도 4】



【도 5】



【도 6】

